

***IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE***

Applicant: Yuuichi ASHIBE, et al.  
Title: JOINT STRUCTURE OF SUPERCONDUCTING CABLE AND  
INSULATING SPACER FOR CONNECTING SUPERCONDUCTING  
CABLE  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: 05/07/2004  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

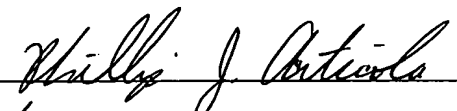
Japanese Patent Application No. 2003-174244  
filed 06/19/2003.

Respectfully submitted,

Date: May 7, 2004

FOLEY & LARDNER LLP  
Customer Number: 22428  
Telephone: (202) 672-5407  
Facsimile: (202) 672-5399

By

 *Reg. No.*  
38,819  
for / David A. Blumenthal  
Attorney for Applicant  
Registration No. 26,257

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 6 月 1 9 日

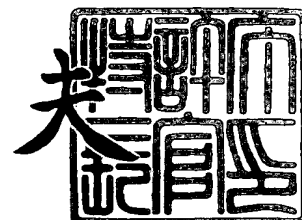
出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 7 4 2 4 4  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 1 7 4 2 4 4 ]

出 願 人  
Applicant(s): 住友電気工業株式会社  
東京電力株式会社

2 0 0 4 年 3 月 1 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 103H0069

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02G 1/14  
H01R 43/00  
H01R 4/68

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

【氏名】 芦辺 祐一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

【氏名】 増田 孝人

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内

【氏名】 高橋 芳久

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内

【氏名】 松尾 公義

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社内

【氏名】 本庄 昇一

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社  
社内

**【氏名】** 三村 智男

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000002130

**【氏名又は名称】** 住友電気工業株式会社

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000003687

**【氏名又は名称】** 東京電力株式会社

**【代理人】**

**【識別番号】** 100078813

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 上代 哲司

**【電話番号】** 06-6966-2121

**【選任した代理人】**

**【識別番号】** 100094477

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 神野 直美

**【電話番号】** 06-6966-2121

**【手数料の表示】**

**【予納台帳番号】** 199027

**【納付金額】** 21,000円

**【提出物件の目録】**

**【物件名】** 明細書 1

**【物件名】** 図面 1

**【物件名】** 要約書 1

**【包括委任状番号】** 0217319

**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 超電導ケーブルの接続構造および超電導ケーブル接続用絶縁スペーサー

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁スペーサーの中心導体と超電導ケーブルとが、その端部がスリーブ形状の導体接続部材を介して接続されていることを特徴とする超電導ケーブルの接続構造。

【請求項 2】 絶縁スペーサーの中心導体と導体接続部材とがマルチコンタクトにより接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の超電導ケーブルの接続構造。

【請求項 3】 絶縁スペーサーの中心導体と導体接続部材とが摩擦圧接により接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の超電導ケーブルの接続構造。

【請求項 4】 絶縁スペーサーの中心導体の材質が、アルミニウムを主体とする金属であり、導体接続部材の材質が、銅を主体とする金属であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の超電導ケーブルの接続構造。

【請求項 5】 超電導ケーブルと長尺導体とが導体接続部材を介して接続されている超電導ケーブルの接続構造において、該超電導ケーブルのフォーマーの端末部と該導体接続部材とが圧縮接合により接続され、かつ該フォーマー外周に設けられた超電導層と該導体接続部材とがハンダ付けまたはろう付けにより接続されていることを特徴とする超電導ケーブルの接続構造。

【請求項 6】 長尺導体が絶縁スペーサーの中心導体であることを特徴とする請求項 5 に記載の超電導ケーブルの接続構造。

【請求項 7】 超電導ケーブルと長尺導体とが導体接続部材を介して接続されている超電導ケーブルの接続構造において、絶縁スペーサーの中心部に設けられた中空管の内部に、該導体接続部材と該超電導ケーブルとの接続部が設置されていることを特徴とする超電導ケーブルの接続構造。

【請求項 8】 絶縁スペーサーの中心部に設けられた中空管の内部に、導体接続部材と長尺導体との接続部が設置されていることを特徴とする請求項 7 に記

載の超電導ケーブルの接続構造。

【請求項 9】 超電導ケーブルと接続される中心導体を有し、該中心導体が超電導層を有することを特徴とする超電導ケーブル接続用絶縁スペーサー。

【請求項 10】 中心導体が導体接続部材を介して超電導ケーブルと接続される中心導体であることを特徴とする超電導ケーブル接続用絶縁スペーサー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、超電導ケーブルの接続に適用される接続構造および絶縁スペーサーに関するものである。より詳細には、超電導ケーブルの終端接続部あるいは超電導ケーブル同士の接続部において、アース部分と超電導ケーブル端末部とを絶縁するために用いられる絶縁スペーサーの中心導体と、超電導ケーブル端末との接続構造および接続に用いられる絶縁スペーサーに関する。

【0002】

【従来の技術】

超電導ケーブルの代表的な例の斜視図を図 4 に示す。超電導ケーブルは、その中心に金属線からなるフォーマー 40 を有しており、その周りが超電導層 41（超電導線からなる層）により覆われている。超電導層 41 は、通常、超電導フィラメントが内部に設けられたテープ状の超電導線 42 をスパイラルピッチを少しずつずらして積層した層からなり、本例では 4 層からなる。超電導層 41 は、絶縁層 43 を介してシールド層 44 により覆われている。

【0003】

シールド層 44 は、超電導層 41 から発生する電界をシールドする機能を果し、通常、超電導層 41 と同様に超電導フィラメントが内部に設けられテープ状の超電導線をスパイラルピッチを少しずつずらし積層した層からなり、本例では 2 層からなる。シールド層 44 の周りはさらに保護層 45 で覆われている。（非特許文献 1、第 20 頁）

【0004】

次に、電力送電用の超電導ケーブルと、外部電流系統に電流を引出すための電

流リードとを接続する終端接続部の代表的な例の正面説明図を図 5 に示す。超電導ケーブル端末部 5 3 では、超電導ケーブル 5 1 の保護層、絶縁層などは取り除かれ、代わりに補強絶縁紙 5 2 により覆われており、さらにその外側から液体窒素などの冷媒 5 8 により超電導ケーブル端末部 5 3 が冷却されている。超電導ケーブル 5 1 は、その端末部 5 3 に接続されている導体を通して電流リード 5 5 と接続されているが、この接続は、外部への電界の漏れを防ぐために設置された下部シールド 5 4 内で行なわれている。

#### 【 0 0 0 5 】

電流リード 5 5 は、電界の漏れを防ぐために、FRPなどをその材質とするブッシング 5 6 に覆われており、終端接続部の上部においては、さらにその外側が碍管 5 7 により覆われている。電流リード 5 5 の下部や下部シールド 5 4 は、液体窒素などの冷媒 5 8 により冷却されている。冷媒槽 5 9 は、断熱のための真空槽 6 0 内に設けられている。

#### 【 0 0 0 6 】

このような終端接続部では、冷媒槽 5 9 や真空槽 6 0 はアースされているので、これらと超電導ケーブル端末部 5 3 との間は、絶縁されている必要がある。この絶縁のために、絶縁スペーサー 6 1 が用いられる。絶縁スペーサー 6 1 は、通常、エポキシ樹脂をその材質とし（エポキシユニットと通称されている。）、中央が太く両端がコーン状に形成されており、中心部に電気を流すための中心導体が設けられている。

#### 【 0 0 0 7 】

超電導ケーブル端末部 5 3 の終端は、この中心導体の一端と接続され、中心導体の他端は、下部シールド 5 4 内に導かれて、直接または間接に電流リード 5 5 と接続されている。（非特許文献 1、第 2 0 頁）

#### 【 0 0 0 8 】

絶縁スペーサーの中心導体と超電導ケーブルの端部との接続構造については、公開された構造例は未だ見られないが、常電導の OF ケーブル、CV ケーブルなどでは、中心導体とケーブルの端部との接続は、圧縮スリーブを介した圧縮接続により行われている。

## 【0 0 0 9】

## 【非特許文献 1】

増田外 1 1 名「6 6 K V 3 心一括型高温超電導ケーブルの実用性検証試験」超電導応用電力機器、リニアドライブ合同研究会資料、社団法人電気学会、2 0 0 2 年 1 月 2 4 日、資料番号 A S C - 0 2 - 4、L D - 0 2 - 4、第 2 0 頁

## 【0 0 1 0】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、前記の、絶縁スペーサーの中心導体と常電導ケーブルの接続方法を、超電導ケーブルの端部との接続に使用すると、超電導ケーブル内の超電導層（超電導線）が破損し易く、超電導特性が維持できなくなるなどの問題が生じる。また、絶縁スペーサーの中心導体は、通常、アルミニウムや銅などを主体とする金属をその材質とするが、これらと、材質や構造が全く異なる超電導ケーブルを直接接続することは困難である。

## 【0 0 1 1】

本発明者は、このような問題がない接続方法を検討の結果、中心導体と超電導ケーブル端末部の接続を、端部、特に両端がスリーブ形状の導体接続部材を介して行うことにより、上記の問題が解決できることを見出した。（本発明の第 1 の態様）

## 【0 0 1 2】

しかし、この接続方法によっても、

中心導体と導体接続部材との接続を、溶接、特に電子線を用いた溶接（E B 溶接）やハンダ付けなどにより行くと、溶接とくに E B 溶接には、特別な装置や技術を必要とするので、終端接続部を設置する現場において、この方法により絶縁スペーサーの中心導体と導体接続部材を接続することは困難な場合が多い、

絶縁スペーサーの中心導体と導体接続部材が異なった材質からなる場合、ハンダ付けなどによる接続では十分な強度の接続が達成されない、

などの問題が生じる。

## 【0 0 1 3】

また、導体接続部材と超電導ケーブル端末部との接続を、超電導ケーブル端末



部を、導体接続部材の凹部に挿入し、該凹部を外側より圧縮する圧縮接続により行くと、上記と同様に、超電導ケーブル内の超電導層（超電導線）が破損し易く、超電導特性が維持できなくなるなどの問題が生じる。

さらに、ケーブル長手方向の接続長さに、導体接続部材の長さがさらに必要になるので、接続構造全体が長くなるとの問題も生じる。

本発明は、大電流の通電が可能であり、かつ前記の問題点を解決する超電導ケーブル端末構造を提供することを目的とする。

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様は、絶縁スペーサーの中心導体と超電導ケーブルとが、その端部がスリーブ形状の導体接続部材を介して接続されていることを特徴とする超電導ケーブルの接続構造である。

本発明の第2の態様および第3の態様は、この第1の態様の好ましい態様であり、絶縁スペーサーの中心導体と導体接続部材との接続に、マルチコンタクトによる接続や摩擦接合による接続を用いることにより、終端接続部を設置する現場においても、また絶縁スペーサーの中心導体と導体接続部材が異なった材質からなる場合であっても、中心導体と導体接続部材の十分な強度の接続を容易に行うことができる超電導ケーブルの接続構造を提供するものである。

#### 【0015】

本発明者は、絶縁スペーサーの中心導体と導体接続部材との接続において、従来行われていたEB溶接やハンダ付けなどによらず、マルチコンタクトや摩擦圧接によっても、この接続に求められる強度や耐久性および、電流特性について、従来と同等ないしそれ以上の特性が得られることを見出し、第2、第3の態様の発明を完成したものである。

#### 【0016】

即ち、本発明の第2の態様は、絶縁スペーサーの中心導体と超電導ケーブルとが、その端部がスリーブ形状の導体接続部材を介して接続されている超電導ケーブルの接続構造において、該絶縁スペーサーの中心導体と該導体接続部材とがマルチコンタクトにより接続されていることを特徴とする超電導ケーブルの接続構

造である。

#### 【0017】

本発明の第3の態様は、絶縁スペーサーの中心導体と超電導ケーブルとが、その端部がスリーブ形状の導体接続部材を介して接続されている超電導ケーブルの接続構造において、該絶縁スペーサーの中心導体と該導体接続部材とが摩擦圧接により接続されていることを特徴とする超電導ケーブルの接続構造である。

#### 【0018】

次に、本発明の第4の態様は、超電導ケーブルと導体接続部材との接続に関し、超電導ケーブルのフォーマーと導体接続部材とは圧縮接合により接合し、導体接続部材と超電導層とはハンダ付けまたはろう付けで接続することにより、導体接続部材と超電導ケーブルとが、超電導層を破損することなく、かつ十分な強度で接続されている超電導ケーブルの接続構造を提供するものである。

#### 【0019】

即ち、本発明の第4の態様は、超電導ケーブルと長尺導体とが導体接続部材を介して接続されている超電導ケーブルの接続構造において、該超電導ケーブルのフォーマーの端末部と該導体接続部材とが圧縮接合により接続され、かつ該フォーマー外周に設けられた超電導層と該導体接続部材とがハンダ付けまたはろう付けにより接続されていることを特徴とする超電導ケーブルの接続構造である。

ここで、長尺導体としては、絶縁スペーサーの中心導体が挙げられるが、これに限定されるものではなく、常電導ケーブルや他の超電導ケーブルの端末も例示することができる。

#### 【0020】

さらに、本発明の第5の態様は、絶縁スペーサーの中心部に、中空管を設け、該中空管内に導体接続部材と超電導ケーブルとの接続部を設置することにより、ケーブル長手方向の長さが短い超電導ケーブルの接続構造を提供するものである。

#### 【0021】

即ち、本発明の第5の態様は、超電導ケーブルと長尺導体とが導体接続部材を介して接続されている超電導ケーブルの接続構造において、絶縁スペーサーの中

心部に設けられた中空管の内部に、該導体接続部材と該超電導ケーブルとの接続部が設置されていることを特徴とする超電導ケーブルの接続構造である。

#### 【 0 0 2 2 】

中空管の内部に、導体接続部材と長尺導体との接続部が設けられていると、ケーブル長手方向の長さが短いとの効果をより奏する。なお、中空管の材質は導体に限定されない。

#### 【 0 0 2 3 】

本発明の第 6 の態様は、絶縁スペーサーの中心導体として、超電導層を有する中心導体を用いることにより、超電導ケーブルの接続を電流容量の観点からさらに効果的に行なうものである。

#### 【 0 0 2 4 】

即ち、本発明の第 6 の態様は、超電導ケーブルと接続される中心導体を有し、該中心導体が超電導層を有することを特徴とする超電導ケーブル接続用絶縁スペーサーである。

#### 【 0 0 2 5 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき詳述する。

はじめに、本発明の第 1 ないし第 3 の態様の実施形態について説明する。

図 1 は、本発明の第 1、第 2 および第 4 の態様の、超電導ケーブルの接続構造の一例を示す正面説明図である。本例では、絶縁スペーサー 1 は、樹脂部 2 および中実の中心導体 3 から構成されている。樹脂部 2 には、通常エポキシ樹脂が用いられる。

#### 【 0 0 2 6 】

中心導体 3 の材質としては、低温で低抵抗となる金属が用いられ、銅またはアルミニウムを主体とする金属が例示される。中でも、アルミニウムを主体とする金属がより好ましく用いられている。ここでアルミニウムを主体とするとは、アルミニウム単体およびアルミニウムを主成分とする合金も含まれるとの意味である。

#### 【 0 0 2 7 】

図 1 中、4 は導体接続部材である。導体接続部材 4 の材質としては、銅またはアルミニウムを主体とする金属が例示される。中でも、銅を主体とする金属が好ましく用いられている。ここで銅を主体とするとは、銅単体および銅を主成分とする合金も含まれるとの意味である。

#### 【0028】

中心導体 3 にアルミニウムを主体とする金属を用い、導体接続部材 4 に銅を主体とする金属を用いる場合、異種の金属の接続となるためハンダ付けやろう付けなどによっては、十分な強度の接続は困難である。前記のように、本発明の第 2 の態様では、マルチコンタクトによる接続を行なうことにより、この問題が解決されている。

#### 【0029】

即ち、図 1 の例では、中心導体 3 と導体接続部材 4 の接続は、マルチコンタクトにより行われている。より具体的には、導体接続部材 4 はその一端末に凹部 7 を有し、かつその内周に 3 本の溝 5 が設けられ、溝 5 に導電弾性体（図示せず。）が挿入されている。中心導体 3 の端末には、凹部 7 の内径よりわずかに小さい径の突出部 6 が設けられ、突出部 6 が凹部 7 に挿入されている。

#### 【0030】

マルチコンタクトを使用することにより、中心導体 3 と導体接続部材 4 の接続は、終端接続部を設置する現場においても容易に行うことができるとともに、この接続部に大きな電流を通電することができる。ただしマルチコンタクトは、導電弾性体のばね性により凹部 7（接続孔）に挿入保持されているだけであるため、そのままでは突出部 6 が抜け落ちるおそれがある。このため、マルチコンタクトによる接続部分にロックナット、係止リングなどの係止機構（図示せず。）を使用し、突出部 6 の抜け落ちを防止することが好ましい。例えば、接続部分の中心導体 3 の表面および導体接続部材 4 の表面に雄ねじを設け、これらを両端にロックナットを有する連結ナットでつなぐ方法が考えられる。雄ねじによりロックナットを締め、該ロックナットの締め付け力により係止する。

#### 【0031】

なお、図 1 の例では溝 5 は 3 本であるが、この本数は限定されず 1 本または複

数本の溝を設けることができる。凹部 7 の内周に溝 5 を設ける代わりに、突出部 6 の外周に溝 5 を設けていてもよい。また本例では、中心導体 3 に突出部 6 が設けられ、導体接続部材 4 に凹部 7 が設けられているが、中心導体 3 に凹部が設けられ、導体接続部材 4 に突出部が設けられている構造でもよい。

#### 【0032】

本発明の第 3 の態様では、中心導体 3 と導体接続部材 4 の接続は、マルチコンタクトによる代わりに摩擦圧接により行われる。摩擦圧接とは、被接続部材（図 1 の例では、中心導体 3 と導体接続部材 4）の接続部を接触させ、一方を回転させて（または、回転速度または回転方向を相違させながら両方を回転させて）接触摩擦発熱をさせた後、回転を停止して、発生した摩擦熱と接続部に加えられた圧力により接合する方法である。摩擦圧接によっても、中心導体 3 と導体接続部材 4 の接続は、終端接続部を設置する現場においても容易に行うことができるとともに、この接続部に大きな電流を通電することができる。

#### 【0033】

次に本発明の第 4 の態様の実施形態について説明する。

図 1 の導体接続部材 4 の他方の端末は、超電導ケーブル 8 の端末と接続されている。図 1 の例の超電導ケーブル 8 は、図 4 に示す従来の超電導ケーブルの例と同様の構造を有している。

#### 【0034】

すなわち、その中心に金属線からなるフォーマー 10 を有しており、その周りが超電導層 9 により覆われ、さらにその周りが絶縁層、シールド層、保護層により覆われているが、導体接続部材 4 との接続部分では絶縁層、シールド層、保護層は取り除かれており、超電導層 9 の各層およびフォーマー 10 が階段状に露出している。

#### 【0035】

そして、超電導層 9 がハンダ付けにより導体接続部材 4 に接続されている。図 1 の例においては、超電導層 9 は 4 層からなるが、各層毎に導体接続部材 4 とハンダ付けにより接続されている。本例においては、この接続はハンダ付けにより接続されているが、銀ろう付けなどのろう付けにより接続されていてもよい。

フォーマー 10 は、導体接続部材 4 と圧縮接合により接続されている。すなわち、導体接続部材 4 は凹部 11 を有し、その中にフォーマー 10 を挿入し、その挿入部の外側から導体接続部材 4 を圧縮することにより、導体接続部材 4 とフォーマー 10 が接続されている。

#### 【0036】

本例において、超電導層 9 と導体接続部材 4 との接続は、ハンダ付けなどにより行われ、圧縮接合されていないので、従来技術の応用で問題になると考えられた接続による超電導層の破損が生じることはなく、また大電流が通電可能な接続が達成される。一方、フォーマー 10 と導体接続部材 4 との接続は、圧縮接合によるので、十分な強度を有する接続が達成される。すなわち超電導ケーブル 8 と導体接続部材 4 との間で、十分な強度を有し大電流が通電可能な接続が、超電導層の破損を生じることなく達成される。

#### 【0037】

なお、中心導体 3 としては中空の管を用いることもできる。電流の表皮効果により、中空の管を用いても通電容量が大幅に低下することはない。

#### 【0038】

次に本発明の第 5 の態様の実施形態について説明する。

図 2 は、本発明の第 5 の態様の一例を示す正面説明図である。図に示されるように、中空管 22 の内部で超電導ケーブル 21 の端末と導体接続部材 24 との接続がされている。この接続部の構造は特に限定されないが、図 2 の例では図 1 の場合と同様の構造を有している。中空管 22 内に接続部を設置することにより、導体接続部材 24 と超電導ケーブル 21 端末部の長さ分だけ、超電導ケーブルの接続構造を短くすることができる。

#### 【0039】

図 2 の例では、導体接続部材 24 の他方の端末は、他の長尺導体 25 と接続されている。その接続部の構造は特に限定されないが、マルチコンタクトなどを用いることができる。このように、導体接続部材 24 が他の長尺導体 25 と接続されている場合は、中空管 22 は必ずしも導体である必要はなく、絶縁物からなるものであってもよく、例えば絶縁スペーサーの樹脂部 23 の樹脂により形成され

た管であってもよい。

#### 【0040】

あるいは、中空管 22 としてアルミニウムなどの導体の管を用い、中空管 22 と導体接続部材 24 を、大電流の通電が可能のように接続してもよい。さらに中空管 22 が絶縁スペーサーの中心導体としての役割を併用していてもよい。

なお、導体接続部材 24 が他の長尺導体 25 と接続される部分は、必ずしも中空管 22 内になくてもよいが、図 2 の例のように中空管 22 内に設けられていると超電導ケーブルの接続構造をより短くすることができる。

#### 【0041】

図 3 は第 5 の態様における超電導ケーブル同士の接続の一例を示す正面説明図であり、樹脂部 33 と中空管 32 からなる絶縁スペーサーの中空管 32 の中で、超電導ケーブル 30 および超電導ケーブル 31 が、導体接続部材 34 により接続されている。

#### 【0042】

次に本発明の第 6 の態様の実施形態について説明する。

本発明の第 6 の態様では、図 1 の超電導ケーブルの接続構造において、中心導体 3 が、本発明の超電導ケーブルの接続構造が使用される環境下で超電導状態となる超電導層（超電導線）を有している。中心導体 3 が、超電導層を有せず、かつその断面積が充分大きくない場合、中心導体 3 に大電流を通電すると発熱量が大きくなる。その結果、液体窒素などの冷媒の気化による絶縁破壊などの問題が生じるおそれがあるので、この問題の発生を防ぐために大容量の冷凍機を使用する必要がある。

#### 【0043】

一方、大電流の通電に対応するため中心導体 3 の断面積を大きくすると、絶縁スペーサー 1 全体の形状も大きくなり、冷却の際の中心導体 3 と樹脂の熱収縮の相違により樹脂部 2 が割れやすくなるという問題が生じる。中心導体 3 が超電導層を有する場合は、超電導層により発熱を伴わずに大電流を通電することができ、中心導体 3 の断面積を大きくする必要がないため好ましい。

#### 【0044】

中心導体 3 に超電導層を設ける方法としては、超電導線を中心導体 3 に沿わしてハンダ付けする、中心導体 3 内に超電導線材を埋め込む方法などが例示される。なお、前記のような超電導層をその中心導体に有する絶縁スペーサーは、前記の本発明の第 1 ～ 5 の態様以外の場合、さらには超電導ケーブル端末と該中心導体とを、導体接続部材を介さずに接続する場合においても使用でき、これらの場合においても、発熱を伴わずに大電流を通電することができ、中心導体の断面積を大きくする必要がないという効果を奏する。

#### 【 0 0 4 5 】

本発明の第 1 ～ 6 の態様の超電導ケーブルの接続構造の用途は、超電導ケーブルと常電導ケーブルとの接続、超電導ケーブル同士の接続のいずれにも用いることができる。

#### 【 0 0 4 6 】

##### 【発明の効果】

絶縁スペーサーの中心導体と導体接続部材との接続に、マルチコンタクトまたは摩擦圧接を用いることを特徴とする本発明の第 1、第 2 の態様の超電導ケーブルの接続構造は、大電流が通電可能であり、かつ、中心導体と導体接続部材との接続を、終端接続部を設置する現場などにおいても、また中心導体と導体接続部材が異なった材質からなる場合であっても、容易にすることができ、かつ十分な強度の接続が得られる。

#### 【 0 0 4 7 】

導体接続部材と、超電導ケーブルのフォーマー端末とが圧縮接合により接続され、かつ導体接続部材と超電導層端末とがハンダ付けまたはろう付けにより接続されていることを特徴とする本発明の第 4 の態様の超電導ケーブルの接続構造は、大電流が通電可能であり、導体接続部材と超電導ケーブルとが、超電導線が破損されることなく、さらに十分な強度で接続されている。

#### 【 0 0 4 8 】

絶縁スペーサーの中心にある中空管内に、導体接続部材と超電導ケーブルとの接続部が設置されていることを特徴とする本発明の第 5 の態様の超電導ケーブルの接続構造は、ケーブル長手方向の接続長さが短く、接続構造全体の長さを短く



することができる。

### 【0 0 4 9】

絶縁スペーサーの中心導体に超電導層を設けた本発明の第 6 の態様の超電導ケーブル接続用絶縁スペーサーは、大電流の通電が可能であると共に、中心導体の断面積を小さくすることができ、絶縁スペーサーの小型化と絶縁スペーサーの樹脂部の割れ防止の効果を有する。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の一例を示す正面説明図。

##### 【図 2】

本発明の他の例を示す正面説明図。

##### 【図 3】

本発明の他の例を示す正面説明図。

##### 【図 4】

従来の超電導ケーブルの一例を示す斜視図。

##### 【図 5】

従来の終端接続部の一例を示す正面説明図。

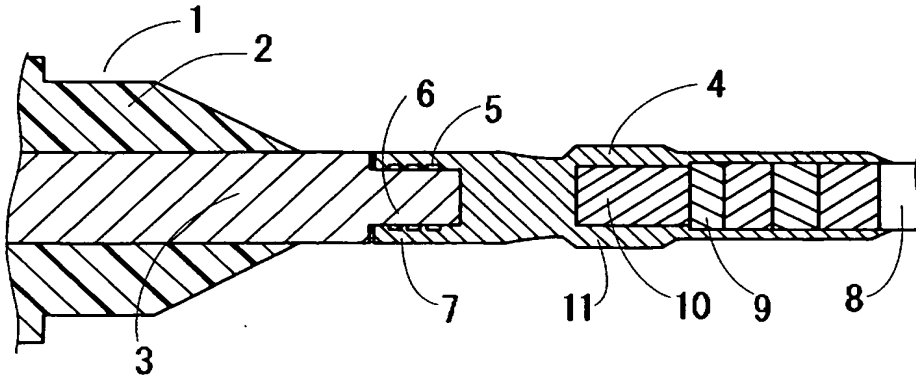
#### 【符号の説明】

- 1. 6 1. 絶縁スペーサー
- 2. 2 3. 3 3. 樹脂部
- 3. 中心導体
- 4. 2 4. 3 4. 導体接続部材
- 5. 溝
- 6. 突出部
- 7. 1 1. 凹部
- 8. 2 1. 3 0. 3 1. 5 1. 超電導ケーブル
- 9. 4 1. 超電導層
- 1 0. 4 0. フォーマー
- 2 2. 3 2. 中空管

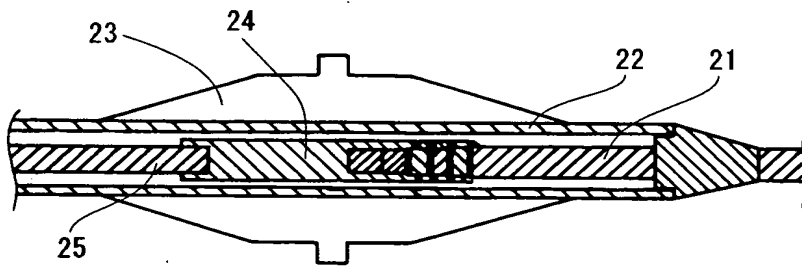
- 2 5. 長尺導体
- 4 2. 超電導線
- 4 3. 絶縁層
- 4 4. シールド層
- 4 5. 保護層
- 5 2. 補強絶縁紙
- 5 3. 超電導ケーブル端末部
- 5 4. 下部シールド
- 5 5. 電流リード
- 5 6. ブッシング
- 5 7. 碍管
- 5 8. 冷媒
- 5 9. 冷媒槽
- 6 0. 真空槽

【書類名】 図面

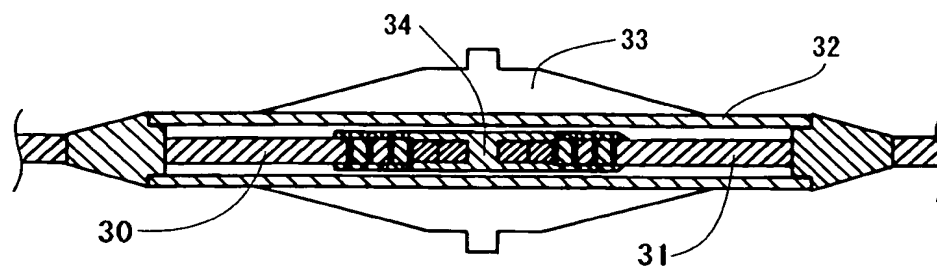
【図 1】



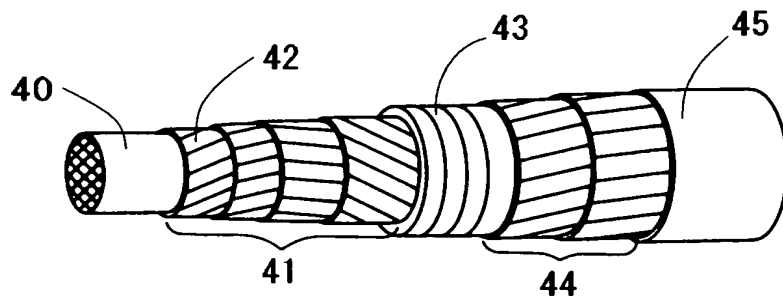
【図 2】



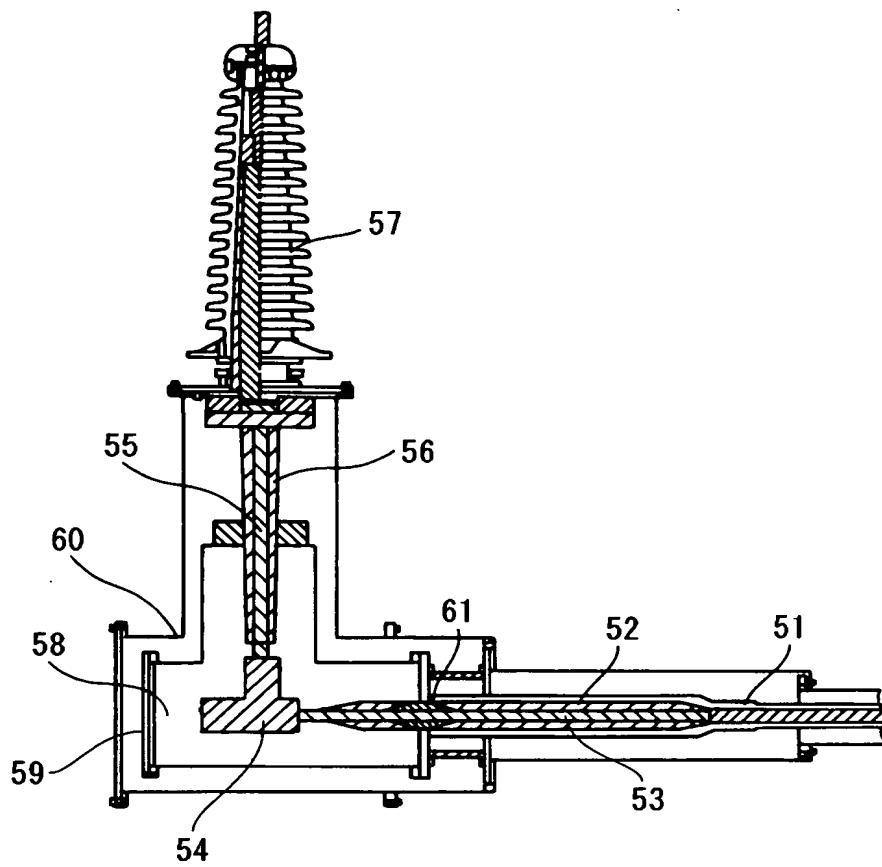
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、従来の超電導ケーブルの接続構造における接続強度、超電導の破損などの問題点を解決する超電導ケーブルの接続構造を提供する。

【解決手段】 絶縁スペーサーの中心導体と超電導ケーブルとが、その端部がスリーブ形状の導体接続部材を介して接続されていることを特徴とする超電導ケーブルの接続構造。特に絶縁スペーサーの中心導体と導体接続部材とがマルチコンタクトにより接続されていることを特徴とする超電導ケーブルの接続構造。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 7 4 2 4 4
受付番号	5 0 3 0 1 0 2 1 4 8 2
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 5 年 6 月 2 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 6月19日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 7 4 2 4 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 2 1 3 0 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市中心区北浜四丁目 5 番 3 3 号
氏 名	住友電気工業株式会社



特願 2 0 0 3 - 1 7 4 2 4 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 6 8 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号

氏 名

東京電力株式会社